الدرس الأول: تغيرات الحالة

مقدمة

تتغير المادة من حولنا يوميا بطرق مثيرة للاهتمام:
يذوب الجليد ليتحول الى ماء، وتختفي البرك بعد المطر،
وتتشكل السحب عاليا
في السماء. ورغم ان هذه التغيرات تبدو بسيطة،
إلا انها ناتجة عن حركة الجسيمات وانتقال الطاقة.
في هذا الدرس، سنكتشف كيف ولماذا تغير المواد حالتها،
ونتحقق من القوى المؤثرة بين الجسيمات، ونكتشف كيف تساعد هذه
المفاهيم في تفسير الظواهر الطبيعية التي تشكل عالمنا.

سؤال : كيف تشكل الطاقة حالات المادة من حولنا؟

مفهوم

1.درجة الحرارة السيليزية ودرجة الحرارة المطلقة:
(أ) درجة الحرارة السيليزية (المئوية) : هو مقياس درجة الحرارة المستخدم في الحياة اليومية، ويقاس بالدرجات السيليزية (المئوية) (الرمز:^{o}C)
(ب) درجة الحرارة المطلقة: مقياس لدرجة الحرارة يبدأ من الصفر المطلق (-273 ^{o}C)
ويستخدم نفس الفاصل الزمني كمقياس سيليزيوس، ووحدته هي الكلفن (الرمز: K)
- العلاقة بين الحرارة المطلقة T (بالكلفن) ودرجة حرارة سيليزيوس t (بالمئوية)
هي: $T = t + 273$

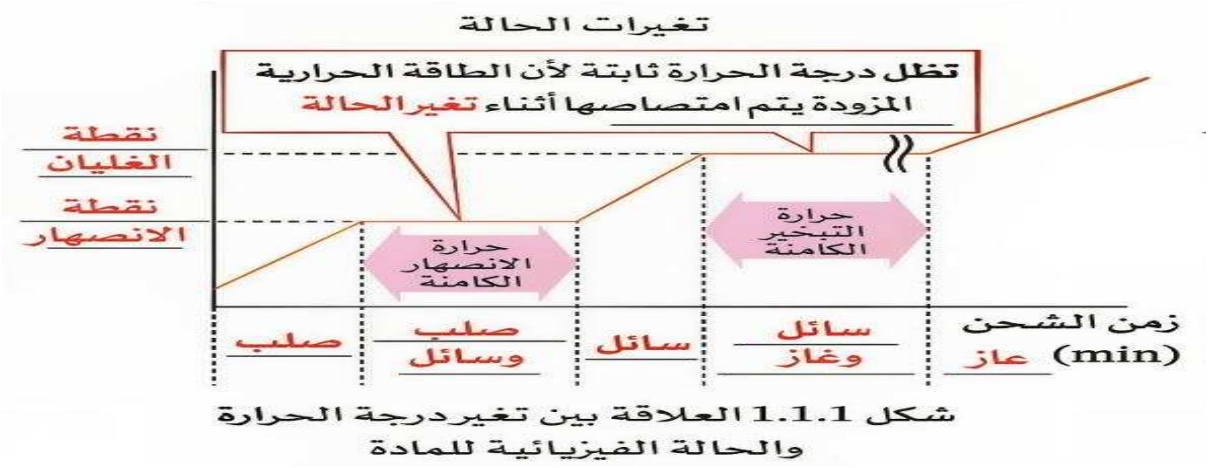
مقارنة

العلاقة	التعبير	ملاحظة
المطلقة ↔ سيليزيوس	$T(K) = t(^{o}C) + 273$	نفس الفاصل الزمني تختلف نقطة الصفر بمقدار 273

هل تعلم

سُمي مقياس كلفن نسبة الى اللورد كلفن، الذي ساعدت ابحاثه العلماء على فهم العلاقة بين درجة الحرارة والطاقة وحركة الجسيمات.
واليوم، يستخدم مقياس كلفن على نطاق واسع في الكيمياء والفيزياء وعلوم الفضاء

موقع الدكتور محمد رزق معلم الكيمياء التعليمي D.M.RAZK



شكل 1.1.1 العلاقة بين تغير درجة الحرارة والحالة الفيزيائية للمادة

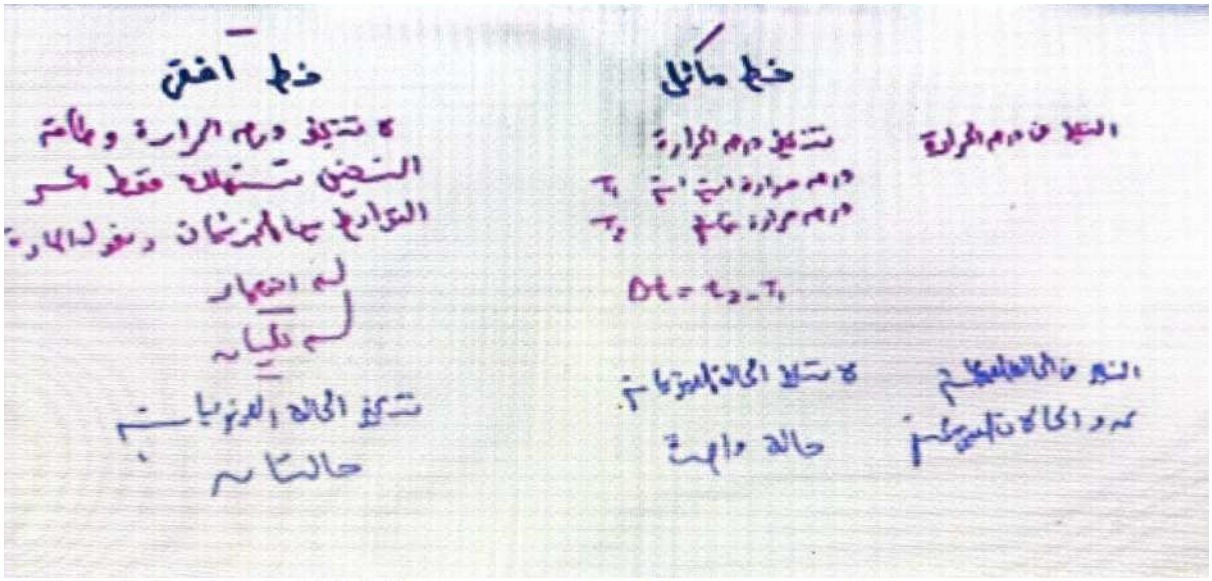
2.تغيرات الحالة

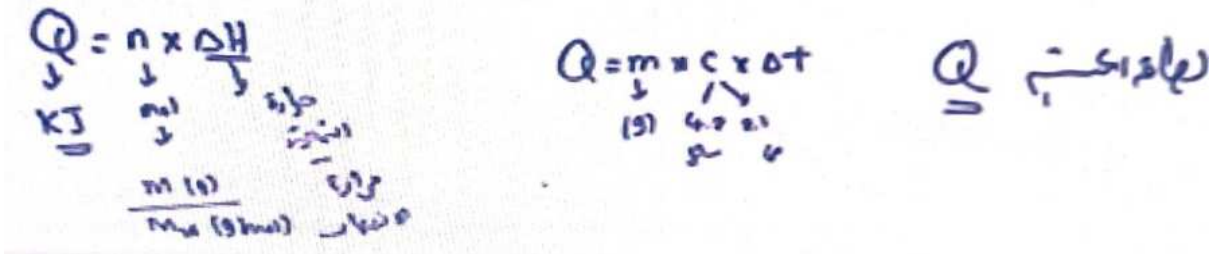
(أ) يمكن ان تتغير المادة بين الحالات الصلبة والسائلة والغازية من خلال الانصهار والغليان والتكاثف والتجمد

(ب) تغيرات الحالة

(i) حرارة الانصهار: كمية الحرارة الازمة لتحويل 1 مولن مادة صلبة الى سائلة

(ii) حرارة التبخر: كمية الحرارة اللازمة لتحويل 1 مول من مادة سائلة الى غازية





موقع الدكتور محمد رزق معلم الكيمياء التعليمي D.M.RAZK

(ج) كيفية حساب كمية الحرارة

(i) كمية الحرارة اللازمة لتغيرات الحالة:

يعبر عن حرارة الانصهار وحرارة التبخر بوحدة كيلوجول لكل مول (KJ/mol)، وتقاس عند ضغط 1atm

الحرارة النوعية Specific Heat :

الحرارة النوعية : كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من المادة درجة واحدة مئوية

✪ وحدة قياسها : J/g.°C

السعة الحرارية النوعية للماء هي 4.2J/g.°C اي ان 4.2 J هي كمية الحرارة التي ترفع درجة حرارة 1 gm من الماء 1°C

✪ **(علل) الحرارة النوعية خاصية مميزة للمادة**

لأنها مقدار ثابت للمادة الواحدة تختلف باختلاف نوع المادة.

✪ المادة التي لها حرارة نوعية كبيرة تحتاج كمية كبيرة من الحرارة حتى ترتفع درجة حرارتها ويستغرق في ذلك مدة طويلة كما تستغرق وقتاً طويلاً حتى تفقد هذه الطاقة مرة أخرى ، بعكس المادة التي لها حرارة نوعية صغيرة.

(علل) الحرارة النوعية للماء أكبر من الحرارة النوعية لأي مادة أخرى
لأن كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 1g من الماء 1◦C أكبر مما لأي مادة أخرى.

وحدات قياس كمية الحرارة

السعر(cal)

كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 1g الماء النقي $1\ ^0C$

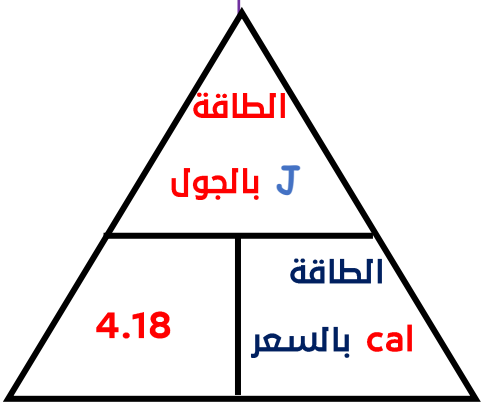
الجول(J)

كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 1g الماء النقي بمقدار $\frac{1}{4.18}\ ^\circ C$

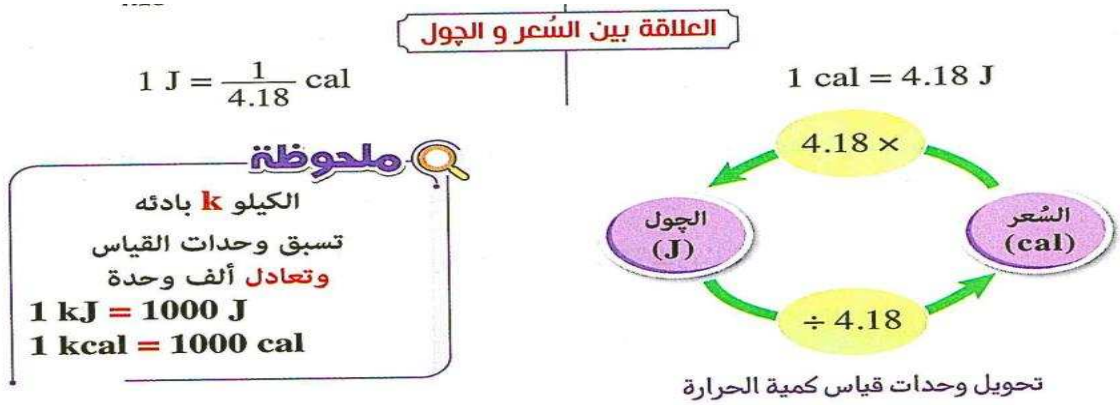
العلاقة بين السعر والجول

$1\ cal = 4.18\ J$

$1\ J = \frac{1}{4.18}\ cal$



موقع الدكتور محمد رزق معلم الكيمياء التعليمي D.M.RAZK



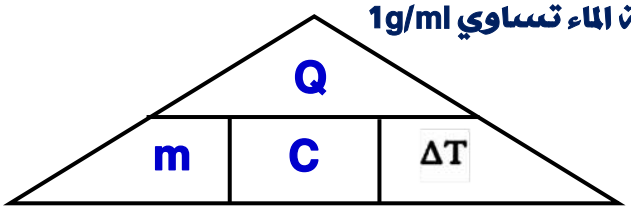
تحويل وحدات قياس كمية الحرارة

حساب كمية الحرارة :

يمكن حساب كمية الحرارة المنطلقة أو المتصة من النظام عن طريق استخدام القانون التالي :

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

حيث أن qp تعبر عن كمية الحرارة المقاسة عند ضغط ثابت ، m الكتلة ، c الحرارة النوعية ، ΔT فرق درجات الحرارة وتحسب من العلاقة (ΔT=T2–T1) ، حيث أن T1 الحرارة الإبتدائية ، بينما T2 الحرارة النهائية ، يمكن حساب كتلة 1ml من الماء أو المحلول المائي بمقدار 1g على اعتبار أن كثافة الماء تساوي 1g/ml
(1ml = 1cm³ = 1g)



القوانين

كمية الحرارة المتصة او المنطلقة تحت ضغط ثابت (q) =
الكتلة (m) × الحرارة النوعية (C) × التغير في درجات الحرارة (ΔT)
لحساب الحرارة النوعية .....لحساب فرق درجات الحرارة.....لحساب كتلة المادة

$$C = \frac{Q}{m \times \Delta T} \qquad \Delta T = \frac{Q}{m \times C} \qquad m = \frac{Q}{C \times \Delta T}$$

تحويلات

cal ⇄ J (×4.18 / ÷4.18)	KJ ⇄ J (×1000 / ÷1000)	kcal → J (×1000×4.18)	KJ → cal (×1000/4.18)

مثال 1: أحسب كمية الحرارة المنطلقة عند تبريد 350 g من الزئبق من 77oC إلي 12oC إذا علمت أن الحرارة النوعية للزئبق 0.14 J/g. oC .

$$Q = m \times Cs \times \Delta T$$
$$= 350 \times 0.14 \times (12 - 77)$$
$$= -3185 \text{ J}$$

موقع الدكتور محمد رزق معلم الكيمياء التعليمي D.M.RAZK

مثال 2: أحسب الحرارة النوعية لمادة مجهولة كتلتها 155 g ، ترتفع درجة حرارتها من 25oC إلي 40°C عندما تمتص كمية من الحرارة مقدارها 5700 J .

الحل :

$$C_s = \frac{q}{m \times \Delta T} = \frac{5700}{155 \times (40 - 25)} = 2.45\ J/g\,.\,°C$$

مثال 3: عينة من الذهب كتلتها 4.5 g ودرجة حرارتها الابتدائية 25°C ، امتصت عند تسخينها كمية من الحرارة مقدارها 276 J أحسب درجة الحرارة النهائية للعينة ، علماً بان الحرارة النوعية للذهب 0.13 J/g. °C

الحل :

$$\Delta T = \frac{q}{C_s \times m} = \frac{276}{0.13 \times 4.5} = 471.79\ °C$$

$$T_2 = \Delta T + T1 = 471.79 + 25 = 496.79\ °C$$

مثال: احسب كمية الحرارة اللازمة لانصهار 36 gm من الجليد عند 0°C
(علما بأن: حرارة انصهار الماء = 6.0 KJ/mol – الكتلة المولية للماء = (gm/mol 18)

الحل:

36 gm من الجليد = 36 ÷ 18 = 2 mol كمية الحرارة = 2.0 X 6.0 = 12KJ

(ii) كمية الحرارة المصاحبة للتغيرات في درجة الحرارة:

السعة الحرارية النوعية للماء هي 4.2J/g.°C اي ان 4.2 J هي كمية الحرارة التي ترفع درجة حرارة 1 gm من الماء 1°C .

مثال: كمية الحرارة اللازمة لتسخين 100 جرام من الماء من 5 oC الى 25 °C هي:

4.2[g.°C] X 100 (g) X [25 – 5] [°C] = 8.4 KJ.

Q = mcx (t2-t1)

فكر كمهندس:

إذا كنت تصمم نظام تبريد لنقل اللقاحات الى المجتمعات النائية. اي خاصية ستكون أكثر اهمية عند اختيار مادة التبريد؟

- حرارة انصهار عالية - حرارة تبخير عالية

قدم دليلا على اجابتك بعد منحنى نقطة الغليان من الدرس الاول

3. القوى بين الجسيمات ونقاط الانصهار/الغليان

(أ) القوى بين الجزيئات: قوى تجاذب بين الجزيئات. وهي أضعف من الروابط التساهمية والروابط الايونية والروابط الفلزية

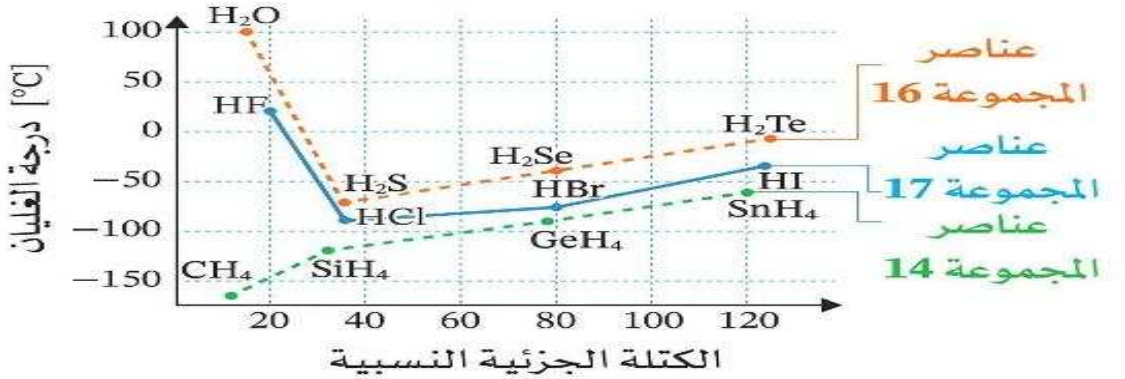
(i) قوى فانديرفالز Waals der van: قوى تجاذب ضعيفة بين الجزيئات، والتي تزداد بزيادة الكتلة الجزيئية النسبية. وبالنسبة للجزيئات ذات الكتلة الجزيئية النسبية المتشابهة، تكون القوى بين الجزيئات القطبية اقوى من تلك بين الجزيئات غير القطبية.

موقع الدكتور محمد رزق معلم الكيمياء التعليمي D.M.RAZK

(ii) **الرابطة الهيدروجينية**: رابطة تتكون بين ذرتين لهما سالبية كهربية عالية (F, O, N) عبر ذرة هيدروجين مرتبطة تساهميا بإحداهما. والروابط الهيدروجينية اقوى من قوى تجاذب فاندرفالز

(ب) القوى بين الجسيمات ونقاط الانصهار/الغليان:

كلما كانت قوى التجاذب بين جزيئات المادة اقوى، كلما ارتفعت درجة الانصهار ودرجة الغليان.



منحنى درجات الغليان الشكل 1.1.2

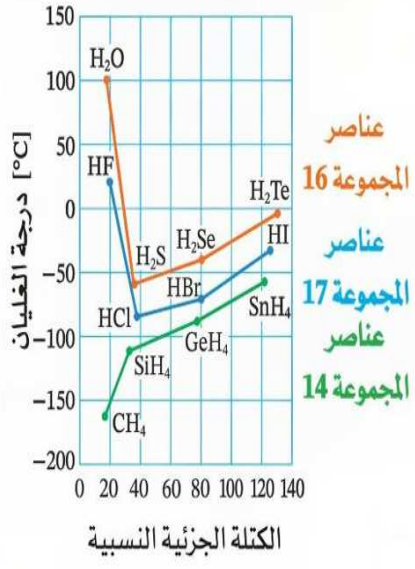
مثال: من درجات غليان المواد الموضحة

$H_2O > H_2S$ نظرا لتكون روابط هيدروجينية بين جزيئات الماء، كما ان HBr > HCl بسبب الكتلة الجزيئية النسبية الاكبر لبروميد الهيدروجين ولأن هيدريدات عناصر المجموعة 14 جزيئات غير قطبية، فإن نقاط غليانها منخفضة

اجب عن الاسئلة التالية:

(أ) سخن 90 جراما من الماء عند 30 °C حتى تحولت تماما بالكامل الى بخار عند 110 OC. كم كيلوجول من الحرارة يتم امتصاصها؟ اجب لأقرب رقمين عشريين علما بأن الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 1 جرام من الماء بمقدار 1K هي 4.2J/(g.K)، والحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 1 جرام من البخار بمقدار 1K هي 2.1J/(g.K)، وأن حرارة التبخر هي 41 KJ/mol (O = 16 , H = 1.0)

.....



(ب) يوضح الشكل المقابل درجات غليان هيدريدات عناصر المجموعات 14 و16 و17.باستخدام الشكل، حدد ما اذا كان كل جزء تحته خط صحيحا (T) او خاطئا (F)، مع تصحيح الخطأ.

بين هيدريدات نفس المجموعة في الدورات من 3 الى 5، كلما قلت الكتلة الجزيئية النسبية، ارتفعت نقطة الغليان.

(2) نظرا لأن هيدريدات عناصر المجموعة 14 جزيئات قطبية، فإن درجات غليان هيدريدات المجموعة 14 منخفضة في نفس الدورة.

(3) نظرا لتكون روابط هيدروجينية بين جزيئات HF، فإن درجةغليان HF اعلى من نقطة غليان HCl

(جـ) اي المادتين لها درجة غليان اعلى، CO_2 ام SiO_2؟ اجب باستخدام صيغتها الكيميائية

موقع الدكتور محمد رزق معلم الكيمياء التعليمي D.M.RAZK

الشرح [Explanation]

(أ) بملاحظة ان تغيرات الحالة التي تحدث احسب على الترتيب:

1) كمية الحرارة اللازمة لتغير درجة حرارة الماء
2) كمية الحرارة اللازمة لتغير الحالة من ماء الى بخار
3) كمية الحرارة اللازمة لتغير درجة حرارة البخار

عند التعبير عن الفرق في درجات الحرارة المطلقة [K] ودرجة الحرارة المئوية [°C] تعطي نفس القيمة العددية

يتم حساب الحرارة المرتبطة بتغير الحالة بالاستناد الي كمية المادة (مول)

ملاحظة: في الجزيئات ذات التراكيب المتشابهه، كلما زادت الكتلة الجزيئية النسبية. زادت قوة قوى فان ديرفالس

1) اولا، كمية الحرارة اللازمة لتسخين 90 جراما من الماء من 30oC الى 100oC
4.2 J/(g.K) X 90 g X (100 – 30) K = 26460 J = 2646 KJ

2) بعد ذلك، احسب كمية الحرارة اللازمة لتحويل الماء الى بخار.
بما ان الكتلة المولية للماء هي 18 g/mol، فإن جراما من الماء تعادل 18 ÷ 90g/mol = 5.0 mol
لذلك، كمية الحرارة اللازمة لتحويل 5.0 مول من الماء عند 100oC الى بخار عند 100oC هي: 5.0 mol X 41 KJ/mol = 205 KJ
3) واخيرا، كمية الحرارة اللازمة لتسخين 90 جراما من البخار عند 100oC الى 110oC هي:
2.1 J/(g.K) X 90 g X (110 – 100) K = 1890 J = 1.89 KJ
لذلك، اجمالي كمية الحرارة المتصة هي:
26.46 KJ + 205 KJ + 1.89 KJ = 233.35 KJ ≃ 2.3X102 KJ 26.46

(ب) (1) من الشكل، يمكن ملاحظة انه بالنسبة للمركبات في نفس المجموعة ضمن الدورات من 3 الى 5، كلما زادت الكتلة الجزيئية النسبية، ارتفعت نقطة الغليان.
خطأ (F): الأكبر
(2) هيدريدات عناصر المجموعة 14 جزيئات غير قطبية والجزيئات غير القطبية لها قوى فاندرفالز بين جزيئاتها أضعف مقارنتا بالجزيئات القطبية، لذا فإن نقاط غليانها اقل.
خطأ (F): جزيئات غير قطبية
(3) صحيح (T).
(جـ) CO_2 بلورة جزيئية، اما SiO_2 فهو بلورة شبكية تساهمية (بنية تساهمية عملاقة). وفي البلورات الشبكية التساهيمة والبلورات الايونية والبلورات الفلزية،

موقع الدكتور محمد رزق معلم الكيمياء التعليمي D.M.RAZK

تكون القوى العاملة بين الجسيمات (ذرات / ايونات) اقوى من القوى بين الجزيئات لذا فإن درجات انصهارها وغليانها مرتفعة. لذلك، فإن SiO_2 له درجة غليان اعلى

حاول:

اختر الاجابة الصحيحة:

1. مادتين (A,B) لهما نفس الكتلة الجزيئية النسبية، تغلي المادة A عند 100oC، بينما تغلي المادة B عند 35oC.

اي من الاستنتاجات التالية يعد صحيحا؟

(أ) تحتوي المادة A على عدد اقل من الجزيئات

(ب) تمتلك المادة A قوى تجاذب بين جزيئاتها اقوى

(جـ) تمتلك المادة A روابط تساهمية أضعف

(د) تحتوي المادة A على ذرات أكبر

الاجابة: .....

2. تختفي بركة ماء بعد عدة ساعات من هطول المطر. اي مما يلي يعد التفسير الذي يوضح هذه الملاحظة بشكل أفضل؟

(أ). تم تكسير جزيئات الماء

(ب). تحول الماء الى غازي الهيدوجين والنيتروجين

(جـ). اكتسبت جزيئات الماء طاقة لو تحلوت للحالة الغازية.

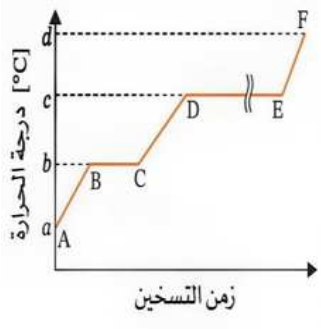
(د). تفاعل الماء مع الاكسجين في الغلاف الجوي.

الاجابة: .....

اجب عن الاسئلة التالية:

3. كم كيلوجول من الحرارة تمتص لتحويل 36 جراما من الماء عند 50°C الى بخار عند 110oC؟ اجب بالتقريب لأقرب رقمين عشريين. علما بأن الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 1 جرام من الماء السائل بمقدار 1oC هي 4.2 J/(g.°C)، والحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 1 جرام من البخار بمقدار 1oC هي 2.1J/(g.°C). وأن حرارة تبخير الماء عند 100°C هي 41 KJ/mol. (H = 1.0, O = 16)

4. يوضح الشكل التالي تغير درجة حرارة جسم صلب من المادة (X) عند درجة حرارة (a°C) عند تسخينه حتى يتحول الى الحالة الغازية عند درجة حرارة (d°C)



اجب عن الاسئلة التالية:

(أ) ما العملية التي تحدث خلال الفترة ثابتة الحرارة BC ؟ وحدد ايضا حالة المادة X في ذلك الوقت

.....

(ب) ما اسم درجتي الحرارة (a°C و b°C) على الترتيب؟

.....

(جـ) تكتسب المادة (X) كمية من الحرارة خلال الفترتين BC وDE، ولا ترتفع درجة الحرارة. فيم تستخدم هذه الحرارة؟

.....

(د) ما اسم كميتي الحرارة المكتسبتين خلال الفترتين BC وDE على الترتيب؟

.....

موقع الدكتور محمد رزق معلم الكيمياء التعليمي D.M.RAZK

تمرين:

اختر الاجابة الصحيحة:

1. اي من المواد التالية تتوقع ان يكون لها اعلى درجة غليان؟

(أ) CH_4 (ب) H_2S (جـ) H_2O (د) CO_2

الاجابة: .....

2. لاحظ عالم ان المادة X تنصهر عند درجة حرارة اعلى بكثير من المادة Y. ما الذي يمكن استنتاجه؟

(أ) قوى التجاذب بين جزيئات المادة X اقوى (ب) عدد جسيمات المادة X اقل

(جـ) تحتوي المادة X على عدد اكبر من الجسيمات الغازية (د) الكتلة الجزيئية للمادة X اقل

الاجابة: .....

أجب عن الأسئلة التالية:

3. كم كيلوجول من الحرارة تلزم لتسخين 9.0 جرام من الجليد عند 5^oC الي ماء عند 80^oC؟

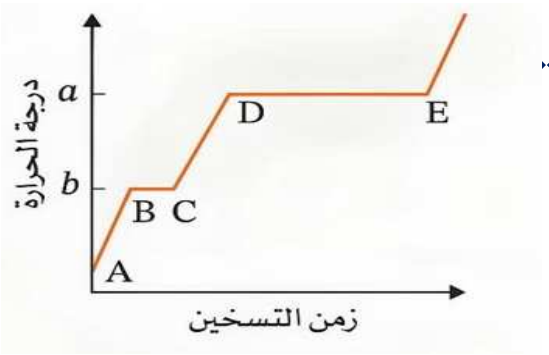
أجب لأقرب رقمين عشريين. علما بان حرارة انصهار الجليد هي 6.0 KJ/mol وأن السعة الحرارية النوعية للماء هي 4.2 J / (g.k).

(H= 1.0, O= 16)

.....

4. **يوضح الشكل المقابل:**

العلاقة بين الكتلة الجزيئية النسبية ونقطة الغليان، والرموز من A الي C تعبر عن جزيئات هيدريدات لعناصر في نفس المجموعة.



أجب عن الأسئلة التالية:

(أ) اكتب الصيغ الكيميائية للجزيئات النسبية،

(ب) ارتفعت درجة الانصهار ونقطة الغليان. اذكر السبب في ذلك.

.....

(ب) في الجزيئات ذات التركيب والروابط المتشابهه جداً كتلك الموجودة في المجموعة C. بشكل عام، كلما زادت الكتلة الجزيئية النسبية، ارتفعت درجة الانصهار ونقطة الغليان. اذكر سبب ذلك

.....

(جـ) بمقارنة المركبات الثلاثة ذات أصغر كتلة جزيئية نسبية في المجموعات C, B, A تكون درجتي الغليان b, a أعلي بشكل ملحوظ مقارنة ب CH_4 في C. اذكر سبب هذا الفرق.

.....

فكر

الماء له كتلة جزيئية أقل بكثير من H_2Te، ومع ذلك فإن نقطة غليان الماء أعلي بكثير. هل يمكن للكتلة الجزيئية وحدها أن تفسر نقطة الغليان؟ اكتب تفسيراً علمياً لإجابتك.

.....

.....

.....

موقع الدكتور محمد رزق معلم الكيمياء التعليمي D.M.RAZK

موقع الدكتور محمد رزق التعليمي

امسح الباركود بالموبيل لتثبيت التطبيق وتحميل كل الملازم مجانا وبسرعه

MR

حمل التطبيق الأن

GET IT ON Google Play

ملازم ابتدائي | ملازم اعدادي | ملازم ثانـــوي | كورسات ونتائج امتحانات

موقع الدكتور محمد رزق
Dr.MoRizK